

## EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF A 3-PHASE INDUCTION MOTOR IN A COOLING TOWER SYSTEM AT PT. POLYCHEM INDONESIA TBK

### EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA PADA SISTEM COOLING TOWER DI PT. POLYCHEM INDONESIA TBK

Qonita Auliani<sup>1</sup>, Bagus Dwicahyono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Email: 2283230002@untirta.ac.id

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Email: bagus.dwicahyono@untirta.ac.id

**Received: September 8, 2025    Revised: October 23, 2025    Published: October 30, 2025**

DOI: <https://doi.org/10.24912/tesla.v27i2.35663>

#### Abstract

*This study aims to evaluate the performance of three-phase induction motors used in cooling tower systems at PT. Polychem Indonesia Tbk. Cooling towers play an important role in maintaining production stability in the chemical industry, where motor reliability is essential to ensure continuous water circulation. This study uses a quantitative approach through an online inspection method with the main parameters measured including voltage, current, and temperature. Field observations are supplemented with literature studies and interviews with experienced technicians to strengthen the analysis. The measurement results show that the motor operates within safe limits, with voltage maintained stable below 400 V, current not exceeding the nominal current of 345 A, and operating temperature remaining below 75°C. Error analysis shows a relatively small average error percentage, namely 0.02% for voltage, 0.05% for temperature, and 0.16% for current. These values are well below the  $\pm 5\%$  tolerance limit according to the IEC 13B-23 standard, thus proving the accuracy of the measurements and the reliability of the motor's performance. These findings also indicate that a routine preventive maintenance program can minimize the risk of overvoltage, overcurrent, and overheating. Thus, it can be concluded that the GM-315 A three-phase induction motor is still operating reliably, efficiently, and safely in supporting the cooling tower system at PT. Polychem Indonesia Tbk.*

**Keywords:** Error analysis, cooling tower, performance evaluation, induction motor, preventive maintenance

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja motor induksi 3 fasa yang digunakan pada sistem *cooling tower* di PT. Polychem Indonesia Tbk. *Cooling tower* berperan penting dalam menjaga kestabilan produksi pada industri kimia, di mana keandalan motor sangat dibutuhkan untuk memastikan sirkulasi air berjalan kontinu. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui metode *on-line inspection* dengan parameter utama yang diukur meliputi tegangan, arus, dan suhu. Observasi lapangan dilengkapi dengan studi literatur serta wawancara dengan teknisi berpengalaman guna memperkuat analisis. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa motor beroperasi dalam batas aman, dengan tegangan terjaga stabil di bawah 400 V, arus tidak melebihi arus nominal 345 A, dan suhu operasional tetap berada di bawah 75°C. analisis *error* menunjukkan nilai rata-rata persentase *error* yang relatif kecil, yaitu 0,02% untuk tegangan, 0,05% untuk suhu, dan 0,16% untuk arus. Nilai ini jauh di bawah batas toleransi  $\pm 5\%$  sesuai standar IEC 13B-23, sehingga membuktikan tingkat akurasi pengukuran serta keandalan kinerja motor. Temuan ini juga mengindikasikan bahwa program pemeliharaan preventif yang dilakukan secara rutin mampu meminimalkan risiko terjadinya *overvoltage*, *overcurrent*, maupun *overheating*. Dengan demikian, motor induksi 3 fasa GM-315 A dapat disimpulkan masih bekerja dengan andal, efisien, dan aman dalam mendukung sistem *cooling tower* di PT. Polychem Indonesia Tbk.

**Kata Kunci:** Analisis eror, menara pendingin, evaluasi kinerja, motor induksi, pemeliharaan preventif

## PENDAHULUAN

Industri kimia merupakan salah satu sektor yang tidak terlepas dari kebutuhan sistem pendinginan untuk menjaga kualitas dan stabilitas produksi. Sistem *cooling tower* berperan penting dalam proses mendinginkan air melalui kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan perpindahan panas antara air dan udara sebelum air tersebut disirkulasikan kembali ke sistem. Oleh karena itu, penggunaan sistem *cooling tower* menjadi sangat penting guna kegiatan produksi pada industri kimia [1], termasuk di PT. Polychem Indonesia.

*Cooling tower* merupakan menara yang mendukung proses pendinginan air dari kondensor dengan cara dikontakkan langsung dengan udara sebagai media pendinginnya. Umumnya *cooling tower* digunakan untuk mendinginkan air yang dialirkan secara kontinu pada suatu industri, karna membutuhkan temperatur dan efisiensi alat yang sesuai agar pabrik dapat bekerja secara optimal [2]. Kinerja sistem *cooling tower* sangat dipengaruhi oleh keandalan motor induksi 3 fasa yang menggerakkan pompa sentrifugal, untuk memompakan air kondensat menuju *cooling tower* [3].

Motor induksi merupakan jenis motor listrik yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri, yang mengubah dari energi listrik menjadi energi mekanik (gerakan) [4]. Motor induksi bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetik stator ke rotornya, dimana arus pada stator menghasilkan medan magnet yang berputar sehingga medan magnet ini menginduksi arus pada rotor. Motor induksi yang umum dipakai adalah motor induksi 3 fasa. Motor induksi 3 fasa biasa dioperasikan pada sistem tenaga 3 fasa dan banyak digunakan di dalam berbagai bidang industri dengan skala besar [5]. Hal ini dikarenakan motor induksi 3 fasa memiliki harga yang relatif murah dan perawatan yang mudah. Pada dasarnya, motor induksi 3 fasa memiliki kecepatan yang stabil ketika beban penuh ataupun tidak memiliki beban [6].

*Preventive maintenance* merupakan kegiatan yang dilakukan secara terencana untuk menjaga peralatan tetap bekerja dengan baik [7]. Dalam melakukan pemeliharaan motor listrik, harus dilakukan pengujian terhadap motor tersebut. Pengujian yang dilakukan terbagi menjadi 2 cara, yaitu *Off Line Inspection* (kondisi mesin tidak beroperasi) dan *On Line Inspection* (kondisi mesin beroperasi). Pada pemeliharaan ini penulis menggunakan cara *On Line Inspection* dengan beberapa parameter pengukurannya, yaitu pengukuran tegangan, suhu, dan arus [8].

Menurut standarisasi IEC 13B-23, alat ukur listrik memiliki spesifikasi tingkat ketelitian yang diklasifikasikan ke dalam delapan kelas, yaitu 0.005; 0.1; 0.2; 0.5; 1.0; 1.5; 2.5; dan 5. Setiap kelas tersebut memiliki batas toleransi pengukuran masing-masing, yaitu  $\pm 0,05\%$ ,  $\pm 0,1\%$ ,  $\pm 0,2\%$ ,  $\pm 0,5\%$ ,  $\pm 1,0\%$ ,  $\pm 1,5\%$ ,  $\pm 2,5\%$ , dan  $\pm 5\%$  dari harga relative maksimum. Klasifikasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat uku yang digunakan sesuai dengan tingkat presisi yang dibutuhkan dalam suatu pengujian [9].

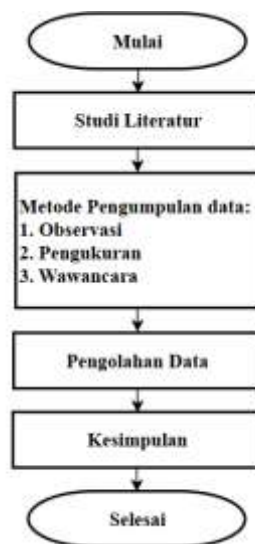
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja motor induksi 3 fasa pada sistem *cooling tower* di PT. Polychem Indonesia Tbk melalui pengukuran parameter

EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA PADA SISTEM *COOLING TOWER* DI PT. POLYCHEM INDONESIA TBK

tegangan, arus, dan suhu. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang tepat dalam rangka menjaga keandalan motor induksi tetap baik, sehingga dapat mencegah adanya kelebihan arus (*overcurrent*), kelebihan tegangan (*overvoltage*), maupun suhu berlebih (*overheating*) yang dapat memicu kerusakan pada komponen motor.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan beberapa pengumpulan data. Pengumpulan data disusun sebuah diagram alir yang bertujuan untuk menggambarkan alur proses penelitian secara sistematis. Diagram ini membantu menyederhanakan tahapan-tahapan penelitian sehingga lebih mudah dipahami oleh pembaca. Ilustrasi diagram alir tersebut dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Kegiatan ini bertujuan memperoleh data yang dapat digunakan untuk membandingkan kondisi lapangan dengan teori dari berbagai sumber, seperti buku dan artikel. Proses pengumpulan informasi dilakukan melalui studi literatur mengenai kinerja motor induksi 3 fasa.

2. Observasi

Metode ini dilakukan melalui pengamatan langsung motor induksi 3 fasa yang digunakan dalam sistem *cooling tower* di PT. Polychem Indonesia. Pengamatan ini berfokus pada pengumpulan data spesifikasi motor dan pengukuran langsung menggunakan beberapa alat ukur. Dengan memantau kinerja motor induksi, maka peneliti dapat mengidentifikasi potensi permasalahan yang tidak terduga.

3. Wawancara

Kegiatan ini bertujuan mengumpulkan data yang tidak bisa didapatkan langsung melalui pengamatan di lapangan, sehingga dapat melengkapi informasi hasil observasi. Data yang didapatkan kemudian dianalisis dan dijadikan acuan dalam metode pengumpulan data yang lebih optimal. Selain itu, wawancara dengan teknisi yang berpengalaman yang menangani motor induksi 3 fasa pada sistem *cooling tower* juga dilakukan guna mendapatkan pemahaman lebih mendalam tentang pengukuran parameter motor induksi 3 fasa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran pada motor induksi 3 fasa 200 kW dengan kode GM-315 A untuk menggerakkan pompa *cooling tower* di PT. Polychem Indonesia Tbk. Berikut merupakan gambar motor induksi 3 fasa beserta spesifikasinya.



Gambar 2. Motor Induksi 3 Fasa GM-315 A  
(Sumber: PT. Polychem Indonesia Tbk)

Berikut adalah spesifikasi motor induksi 3 fasa GM-315 A seperti pada Gambar 2 yang digunakan untuk menggerakkan pompa pada sistem *cooling tower* di PT. Polychem Indonesia Tbk.

| SPESIFIKASI          | KETERANGAN |
|----------------------|------------|
| <i>Manufacturing</i> | Marathon   |
| <i>Type</i>          | YB3-132M-4 |
| Tegangan             | 400 V      |
| Kecepatan            | 1488 rpm   |
| Arus                 | 345 A      |
| Daya                 | 200 kW     |
| Cos $\phi$           | 0.89       |
| Efisiensi            | 94.1%      |
| Max suhu             | 40°C       |

Gambar 3. Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa GM-315 A  
(Sumber: PT. Polychem Indonesia Tbk)

EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA PADA SISTEM *COOLING TOWER* DI PT. POLYCHEM INDONESIA TBK

Pengukuran yang dilakukan pada motor induksi 3 fasa yang menggerakkan pompa *cooling tower* untuk mengetahui beberapa data parameter seperti besaran arus 3 fasa yang mengalir, dan mengukur suhu dengan menggunakan alat ukur seperti *Tang Amperemeter* dan *Thermometer*. Sedangkan untuk melihat besaran tegangan 3 fasa R-S, S-T, T-R yang dapat dilihat melalui *display* panel pada *soft starter* motor induksi.

Adapun hasil pengukuran motor induksi 3 fasa GM-315 A pada sistem *cooling tower* yang dilakukan sebanyak 15 kali pada hari yang berbeda untuk mengetahui perbandingannya adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Motor Induksi 3 Fasa GM-315 A

| TANGGAL    | TEGANGAN (V) |     |     |     | SUHU (°C) |      |      |     | ARUS (A) |     |     |
|------------|--------------|-----|-----|-----|-----------|------|------|-----|----------|-----|-----|
|            | R            | S   | T   | MAX | FRONT     | BODY | REAR | IN  | R        | S   | T   |
| 03/07/2025 | 390          | 390 | 390 | 75° | 46        | 49   | 35   | 345 | 290      | 290 | 290 |
| 04/07/2025 | 390          | 390 | 390 | 75° | 46        | 46   | 35   | 345 | 300      | 300 | 300 |
| 07/07/2025 | 390          | 390 | 390 | 75° | 45        | 46   | 34   | 345 | 290      | 290 | 290 |
| 08/07/2025 | 390          | 390 | 390 | 75° | 46        | 45   | 36   | 345 | 290      | 290 | 290 |
| 09/07/2025 | 393          | 396 | 393 | 75° | 46        | 49   | 35   | 345 | 274      | 283 | 271 |
| 10/07/2025 | 395          | 395 | 395 | 75° | 45        | 46   | 34   | 345 | 285      | 285 | 285 |
| 11/07/2025 | 390          | 390 | 390 | 75° | 46        | 49   | 35   | 345 | 290      | 290 | 290 |
| 14/07/2025 | 395          | 390 | 393 | 75° | 45        | 48   | 36   | 345 | 280      | 280 | 280 |
| 15/07/2025 | 395          | 390 | 390 | 75° | 44        | 47   | 35   | 345 | 300      | 300 | 300 |
| 16/07/2025 | 390          | 395 | 395 | 75° | 46        | 49   | 35   | 345 | 290      | 300 | 300 |
| 17/07/2025 | 393          | 396 | 383 | 75° | 45        | 45   | 36   | 345 | 274      | 283 | 271 |
| 28/07/2025 | 390          | 390 | 390 | 75° | 40        | 43   | 35   | 345 | 280      | 280 | 280 |
| 29/07/2025 | 387          | 396 | 385 | 75° | 38        | 46   | 34   | 345 | 295      | 295 | 295 |
| 30/07/2025 | 396          | 393 | 389 | 75° | 43        | 46   | 35   | 345 | 278      | 284 | 272 |
| 31/07/2025 | 390          | 390 | 390 | 75° | 46        | 48   | 35   | 345 | 290      | 290 | 290 |

Hasil pengamatan peneliti

Dari hasil pengukuran motor induksi 3 fasa GM-315 A pada Tabel 1 ini menunjukkan bahwa arus pada setiap fasanya masih berada dalam batas normal dan tidak melebihi nilai arus nominal (In) pada *nameplate* motor yaitu maksimum 345 A. Tegangan juga tercatat berada dalam batas aman, yaitu kurang dari maksimum 400 V, sedangkan suhu operasional motor masih di bawah batas maksimum 75°C sesuai batas standar perusahaan.

Mengetahui adanya perbedaan hasil pengukuran parameter motor induksi tersebut, maka diperlukan perhitungan untuk mengetahui kinerja motor yang dapat ditentukan melalui perhitungan persentase nilai *error* dari perbandingan pengukuran lapangan dengan instrumen standar. Jika nilai *error* telah diketahui, maka kelayakan motor induksi dalam sistem *cooling tower* dapat ditentukan. Rumus perhitungan persamaan persentase *error* ditunjukkan sebagai berikut.

$$\text{Persentase Error (\%)} = \left| \frac{x-x_i}{x} \right| \times 100\% \dots\dots\dots[10]$$

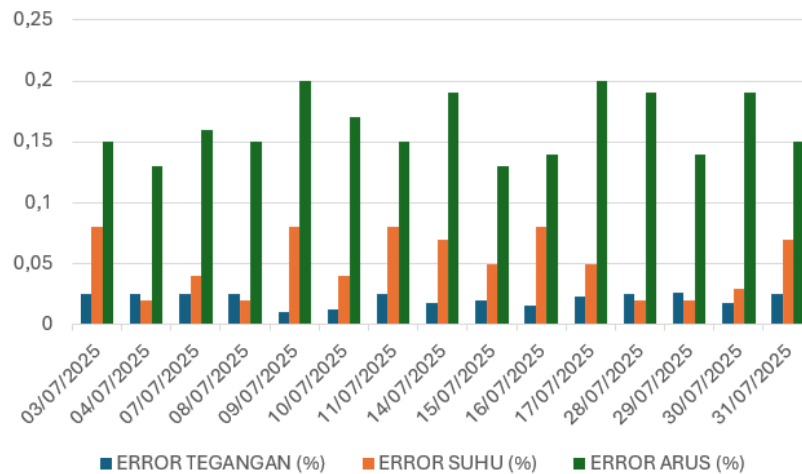
Keterangan:  
X<sub>T</sub> = Nilai berdasarkan *nameplate* (400 V)  
X<sub>S</sub> = Nilai berdasarkan *nameplate* (40°C)  
X<sub>A</sub> = Nilai berdasarkan *nameplate* (345 A)  
Xi = Nilai yang terukur (hasil pengukuran lapangan)  
Berikut adalah hasil perhitungan persentase *error* dari perhitungan parameter motor induksi pada Tabel 1. menggunakan rumus diatas.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Persentase *Error*

| TANGGAL                  | ERROR TEGANGAN (%) | ERROR SUHU (%) | ERROR ARUS (%) |
|--------------------------|--------------------|----------------|----------------|
| 03/07/2025               | 0,025              | 0,08           | 0,15           |
| 04/07/2025               | 0,025              | 0,02           | 0,13           |
| 07/07/2025               | 0,025              | 0,04           | 0,16           |
| 08/07/2025               | 0,025              | 0,02           | 0,15           |
| 09/07/2025               | 0,01               | 0,08           | 0,2            |
| 10/07/2025               | 0,012              | 0,04           | 0,17           |
| 11/07/2025               | 0,025              | 0,08           | 0,15           |
| 14/07/2025               | 0,018              | 0,07           | 0,19           |
| 15/07/2025               | 0,020              | 0,05           | 0,13           |
| 16/07/2025               | 0,016              | 0,08           | 0,14           |
| 17/07/2025               | 0,023              | 0,05           | 0,2            |
| 28/07/2025               | 0,025              | 0,02           | 0,19           |
| 29/07/2025               | 0,026              | 0,02           | 0,14           |
| 30/07/2025               | 0,018              | 0,03           | 0,19           |
| 31/07/2025               | 0,025              | 0,07           | 0,15           |
| Rata-rata % <i>Error</i> | 0,02               | 0,05           | 0,16           |

Hasil pengamatan peneliti

Hasil perhitungan persentase *error* seperti pada Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata parameter tegangan, arus, dan suhu yang relatif kecil, yaitu masing-masing sebesar 0,02% untuk tegangan, 0,05% untuk suhu, dan 0,16% untuk arus. Nilai-nilai tersebut masih berada di bawah batas toleransi standar pengukuran menurut IEC 13B-23 seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Billy, dkk (2024) yaitu tidak mencapai ±5% dari nilai nominal pada *nameplate* motor tersebut.

EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA PADA SISTEM *COOLING TOWER* DI PT. POLYCHEM INDONESIA TBKGambar 4. Perbandingan Persentase *Error* Tegangan, Suhu, dan Arus

Hasil perbandingan persentase *error* dari masing-masing parameter seperti pada gambar 4, mengindikasikan bahwa kinerja motor induksi 3 fasa GM-315 A pada sistem *cooling tower* masih berada dalam kondisi normal dan layak beroperasi karena tidak ada indikasi adanya lonjakan. Tegangan yang konsisten stabil di bawah 400 V, arus yang mengalir tidak melebihi arus nominal 345 A, dan suhu operasional yang tetap terjaga di bawah 75°C. Dengan demikian, nilai persentase *error* yang rendah dapat memperkuat kesimpulan bahwa motor bekerja secara andal tanpa indikasi *overvoltage*, *overcurrent*, dan *overheating* yang berpotensi menimbulkan kerusakan pada sistem.

## KESIMPULAN

Perhitungan persentase *error* berhasil memberikan perbandingan yang tidak terlalu berbeda antara nilai pengukuran di lapangan dengan data spesifikasi yang tertera pada *nameplate* motor. Nilai ini jauh di bawah batas toleransi  $\pm 5\%$  sesuai standar IEC 13B-23, sehingga membuktikan tingkat akurasi pengukuran serta keandalan kinerja motor. Stabilitas kinerja motor ini dapat dicapai karena adanya program pemeliharaan preventif yang dilakukan secara rutin, sehingga potensi gangguan seperti fluktuasi tegangan, kenaikan suhu berlebih, maupun lonjakan arus dapat diminimalkan. Kinerja motor induksi 3 fasa GM-315 A dapat dikategorikan masih beroperasi dengan baik, stabil, serta aman digunakan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada PT. Polychem Indonesia Tbk, khususnya *Electrical/Instrument Department* atas dukungan serta informasi berharga yang diberikan selama proses pengumpulan data di lapangan. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada dosen pembimbing dan pembimbing lapangan praktik industri atas arahan dan masukan yang membantu dalam penyusunan jurnal ini. Penghargaan yang mendalam penulis sampaikan kepada rekan-rekan serta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi selama proses penelitian berlangsung. Harapannya, artikel ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi positif bagi perkembangan ilmu di bidang kelistrikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Wahyu, A. Mustain, and M. A. Rizky, “Analisa Perhitungan Efisiensi Cooling Tower 32 T 821 Pada Utilitas II Produksi II B Pt Petrokimia Gresik,” *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 9, no. 1, pp. 114–119, 2023.
- [2] E. Yani and A. H. Y. Putra, “Studi Performa Cooling Tower berdasarkan Kualitas Air Pendingin,” *J. Inov. Rekayasa Mek. dan Termal*, vol. 1, no. 2, pp. 39–42, 2023.
- [3] N. Ramadhan, “Analisis Kinerja Cooling Tower Jenis Mechanical Induced Draft Cross Flow Pada Unit 2 Di PT.PLN IP UBP Kamojang,” 2025.
- [4] U. A. Pringsewu, M. Krisna Prapongga, and R. Rahmadewi, “Sistem Pemeliharaan Motor Listrik 3 Fasa Pada Reaktor GA-243 (Studi Kasus PT Sintas Kurama Perdana),” *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2024, [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- [5] I. Effendi, L. Shintawaty, and M. Fernandho, “Analisis Pengaruh Ketidakstabilan Tegangan Terhadap Efisiensi Motor Induksi 3 Phase Sebagai Penggerak Fan Cooling Tower Di Pim,” *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 13, pp. 29–35, 2025.
- [6] R. alpha Kusuma and R. Setiawan, “Analisa Penyebab Terbakarnya Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Menggunakan Simulasi Matlab,” *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 55–63, 2022.
- [7] F. R. Sitinjak, F. T. R. Silalahi, and F. Tupa, “Analisis Strategi Pemeliharaan Preventive Maintenance Excavator Menggunakan Pendekatan Analytical Hierarchy Process ( AHP ) dan Analisis Sensitivitas Analysis Of Excavator Preventive Maintenance Strategy Using Analytical Hierarchy Process ( AHP ) Approach,” vol. 6, no. 2, pp. 226–242, 2023.
- [8] A. R. R. Darma and I. Abdi Bangsa, “Preventive Maintenance Motor Induksi 3 Fasa Pada Sistem Fly ASH dan Bottom ASH (FABA) Di PLTSa Bantargebang,” *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 191–206, 2023.
- [9] I. K. R. S. Billy, I. M. Wartana, and W. P. Muljanto, “Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Data Akuisisi pada Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Perangkat Lunak Labview dan Usb Ni-Daq 6008,” *Magnetika*, vol. 08, no. 01, pp. 121–133, 2024.
- [10] R. A. Ivory, N. Kholis, Nurhayati, and F. Baskoro, “Review Penggunaan Sensor Suhu Terhadap Respon Pembacaan Skala Pada Inkubator Bayi,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 185–194, 2021.